

*Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava*

**Fakulta bezpečnostního inženýrství**

**Katedra požární ochrany**

## **Bezpečnost schodišť**

**Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Miroslava Netopilová, CSc.**

**Studijní obor: Technika požární ochrany a bezpečnosti průmyslu**

**Datum zadání bakalářské práce: 30.11.2010**

**Termín odevzdání bakalářské práce: 15.4.2011**

## **Anotace**

KALUŽÍKOVÁ, J.: *Bezpečnost schodišť*. Bakalářská práce. Ostrava: VŠB-Technická univerzita Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství, 2011. 46 s.

Bakalářská práce se zabývá zhodnocením požadavků, kladených na schodiště z pohledu bezpečnosti. V úvodní části práce je seznámeno se schodišti a jejich možnými konstrukčními a materiálovými variantami. Následně jsou vyhodnoceny veškeré požadavky kladené na schodiště vzhledem k současně platným předpisům a normám. Část práce se věnuje požadavkům z pohledu stavebního řešení. Další část práce se zabývá požární bezpečností schodišť. Část práce seznamuje faktory ovlivňující evakuaci osob při požárech na schodištích. V závěru je provedeno zhodnocení současného stavu bezpečnosti schodišť z hlediska množství úrazů a dalších hrožících nebezpečí v případě požáru.

Klíčová slova: schodiště, bezpečnost, evakuace.

## **Annotation**

KALUŽÍKOVÁ, J.: *Staircase safety*. Bachelor thesis. Ostrava: VŠB-Technická univerzita Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství, 2011. 46 s.

This thesis deals with the assessment requirements imposed on the staircase from the perspective of safety. In the first part is the introduction of steps and their possible structural and material variations. Subsequently, there is evaluated all the requirements for stairs applicable current regulations and standards. Part of this work deals with the requirements in terms of structural design. Another part deals with fire safety of staircases. Part of this work introduces the factors affecting the evacuation of people in fires in the stairwells. In the end, an evaluation of the current state of security in terms of number of stairs and other injuries in the event of imminent danger of fire.

Keywords: staircase, safety, evacuation.

## Obsah

<b>1 ÚVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>2 REŠERŠE .....</b>	<b>2</b>
<b>3 TEORETICKÁ VÝCHODISKA .....</b>	<b>3</b>
3.1 Základní funkce a popis .....	3
3.2 Názvosloví částí konstrukce .....	3
3.3 Dělení schodišť .....	4
<b>4 KONSTRUKČNÍ A MATERIÁLOVÉ ŘEŠENÍ .....</b>	<b>6</b>
4.1 Konstrukční řešení .....	6
4.2 Materiálové řešení .....	8
4.3 Schodiště jako součást různých konstrukčních systémů .....	10
<b>5 POŽADAVKY NA SCHODIŠTĚ STAVEBNÍCH OBJEKTŮ .....</b>	<b>12</b>
5.1 Požadavky stavebního zákonu [1] .....	12
5.2 Technické požadavky na stavby [2] .....	12
5.3 Požadavky na bezbariérové užívání staveb [3] .....	14
5.4 Požadavky s ohledem na BOZP .....	15
5.5 Konkrétní požadavky na konstrukce schodišť .....	15
5.5.1 Požadavky na průchodnou šířku schodišťových ramen .....	15
5.5.2 Požadavky na podchodnou a průchodnou výšku schodišťových ramen .....	16
5.5.3 Požadavky na rozměry podest a mezipodest a umístění dveří v jejich prostoru .....	17
5.5.4 Rozměry šířky a výšky schodišťových stupňů a stupnic .....	18
5.5.5 Maximální počet výšek schodišťových stupňů v jednom rameni .....	18
5.5.6 Vzájemný vztah mezi výškou a šířkou schodišťového stupně .....	19
5.5.7 Bezpečnostní požadavky na povrchy .....	19
5.5.8 Požadavky na osvětlení a hluk .....	20
5.5.9 Bezpečnostní požadavky na zábradlí .....	20

<b>6 BEZPEČNOSTNÍ NÁROKY SOUVISEJÍCÍ S POŽÁRNÍ BEZPEČNOSTÍ STAVEB .....</b>	<b>22</b>
6.1 Požadavky na požární odolnost schodišť .....	22
6.2 Požadavky související s evakuací .....	24
<b>7 SCHODIŠTĚ A FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ EVAKUACI OSOB PŘI POŽÁRU .....</b>	<b>33</b>
<b>8 ZHODNOCENÍ SOUČASNÉHO STAVU BEZPEČNOSTI SCHODIŠTĚ</b>	<b>37</b>
8.1 Nebezpečí na schodištích z hlediska úrazů .....	37
8.2 Nebezpečí na schodištích z hlediska požární bezpečnosti .....	38
<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>40</b>
<b>POUŽITÉ ZDROJE.....</b>	<b>41</b>
<b>SEZNAM ZKRATEK.....</b>	<b>44</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ.....</b>	<b>45</b>
<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>46</b>

# 1 Úvod

Bydlíme, pracujeme v objektech a provádíme v nich každodenní činnosti. Neustále jsme v kontaktu s vnitřním prostředím staveb. Jejich bezproblémové užívání bereme jako samozřejmost a příliš se nad ním nepozastavujeme. To zda nám stavby poskytují komfort, může posoudit laik a každý uživatel individuálně. To jestli splňují bezpečnostní a funkční požadavky, posoudí odborník.

Předmětem této bakalářské práce je prozkoumání požadavků kladených na bezpečnost schodišť. Schodiště jakožto jeden ze základních funkčních dílů budov spadá do kategorie komunikačních prostor stavebních objektů. Slouží k vertikálnímu propojení různých výškových úrovní v objektu nebo mimo něj. Na veškeré stavební konstrukce, a taktéž na schodiště, jsou kladeny požadavky, které je nutno dodržet tak, aby bylo dosaženo optimálních podmínek užívání a bezpečnosti.

Cílem práce je podat ucelený obraz a seznámit s veškerými podmínkami z hlediska technického, provozního bezpečnostního i funkčního řešení schodišť. Práce se převážně zaměřuje na statická schodiště. Seznámení s pohyblivými schody je v ní pouze okrajové pro doplnění uceleného obrazu o schodištích. V závěru práce je provedeno zhodnocení současného stavu schodišť a možnosti nebezpečí, která uživatelům hrozí.

V zásadě i přes splnění veškerých požadavků vyvstává otázka: „Jsou i přesto bezpečné?“ O tom se přesvědčíme vždy, až při situacích, které nejsou běžné. Prevence a její neustálé zlepšování a vývoj nám sice pomůže do budoucna účinky mimořádných událostí omezovat, ale budeme je moci v budoucnu někdy dokonale omezit?...

## 2 Rešerše

MATOUŠKOVÁ, D.: *Pozemní stavitelství II*. 1. vydání, Brno: CERM Brno, 1994, 121s.

Kniha seznamuje se základními poznatky týkající se vybraných konstrukcí pozemních staveb. Problematika schodišť je zde rozebrána v první kapitole. Prvotně jsou shrnuty informace týkající se typologie schodišť a jejich návrhu. Dále je rozebráno jejich možné konstrukční a materiálové řešení včetně podrobného popisu užití daných typů schodišť.

DRÁBEK, P.: *Schodiště*. 1. vydání, Praha: Grada Publishing, 1999, 109s. ISBN 80-7169-739-7.

Publikace seznamuje laickou i odbornou veřejnost se schodišti. Samotná publikace si nedává za úkol poskytnout informace akademického charakteru, ale snaží se přiblížit čtenáři schodiště z více pohledů. V knize jsou rozebrány typologické požadavky na schodiště včetně výpočtu a návrhu schodiště. V další části autor popisuje možná konstrukční a materiálová řešení, požadavky na zábradlí, osvětlení a možnosti povrchových úprav. V neposlední řadě je rozvedena v knize i problematika požární bezpečnosti a bezbariérovosti schodišť.

BRADÁČOVÁ, I.: *Požární bezpečnost staveb - Nevýrobní objekty*. 1. vydání, Ostrava: Edice SPBI Spektrum, 2007, 136s. ISBN: 978-80-7385-023-4.

Kniha poskytuje ucelený přehled požárně bezpečnostních požadavků na nevýrobní objekty. Obsah knihy je zaměřen na vysvětlení užití pasivní i aktivní požární ochrany staveb. Podrobně jsou rozebrány a vysvětleny veškeré požadavky normy ČSN 73 0802 Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty.

FOLWARCZNY, L., POKORNÝ, J.: *Evakuace osob*. 1. vydání, Ostrava: Edice SPBI Spektrum, 2006, 125s. ISBN: 80-86634-92-2.

Kniha seznamuje s problematikou evakuace osob jak z hlediska požární ochrany, tak z pohledu ochrany obyvatelstva. V části věnované evakuaci osob při požárech jsou podrobně řešeny veškeré faktory ovlivňující dobu evakuace. Nastíněny jsou jednotlivé dílčí přístupy a poznatky vztahující se k evakuaci. V knize je shrnuta řada poznatků zahraničních výzkumů a autorů. Autor taktéž seznamuje s možnostmi užití softwarových evakuačních programů.

## **3 Teoretická východiska**

### **3.1 Základní funkce a popis**

Schodiště je vertikální komunikací v objektu spojující různé výškové úrovně a určené k překonávání těchto rozdílů pomocí chůze. Jedná se o stupňovitou konstrukci, která musí mít minimálně 3 souvisle následující stupně, aby mohla být klasifikována jako schodiště. [9]

Zvláštním typem schodiště je eskalátor. Jedná se o strojní zařízení jakožto speciální řetězový dopravník určený pro dopravu velkého množství osob mezi různými výškovými úrovněmi. Zařízení umožňuje plynulou dopravu velkého počtu osob bez ohledu na jejich pohybové možnosti. Eskalátor pracuje na principu cyklicky obíhajících řetězově napojených stupňů po pevné dráze.

### **3.2 Názvosloví částí konstrukce**

Schodiště tvoří schodišťová ramena, podesty a další konstrukce. U víceramenných schodišť rozeznáváme nástupní rameno a výstupní rameno. Ramena mohou být tvořena nosnou konstrukcí – schodnicemi, které staticky podporují jednotlivé stupně pomocí podepření nebo vetknutí. Schodnice lze označit za šikmé nosníky různého průřezu.

Schodišťový stupeň je elementární prvek schodišťového ramene a je určen k dílčímu překonání výškových úrovní. Stupeň je tvořen horní nášlapnou plochou – stupnicí, svislou přední plochou označovanou jako podstupnice a boční stranou, která se nazývá čelem stupně. Rozlišujeme několik typů stupňů: nástupní, výstupní, běžný a jalový. Nástupní stupeň je první dolní stupeň ve schodišťovém rameni nacházející se na úrovni spodní podesty. Protikladem je výstupní stupeň v úrovni horní podesty. Jalovým stupněm je označen stupeň se stupnicí s nulovou výškou, tj. v úrovni dolní podesty, pomocí něhož se nepřekonává výškový rozdíl.

Jednotlivá ramena jsou spojena pomocí plošných vodorovných konstrukcí podest nebo odpočívadel nacházejících se v úrovních jednotlivých podlaží. V úrovni nacházející se mezi jednotlivými podlažími jsou nazvány odpočívadla mezipodestami. Podesty jsou konstruovány jako podestové nosné desky nebo jsou podepřeny podestovými nosníky. Tyto podesty a mezipodesty mohou v závislosti na konstrukčním systému staticky podpírat ramena.

Celý prostor půdorysně vymezený schodištěm je označován jako schodišťový prostor. Svislé konstrukce ohraničující prostor se nazývají schodišťovými zdmi. Zrcadlo schodiště je volný prostor nacházející se mezi rameny a podestami.

Pro bližší popis schodišť je nutno si dále definovat pojem výstupní čára. Jedná se teoretickou čáru nacházející se v ose výstupu po schodišti. [9]

### 3.3 Dělení schodišť

Konstrukce schodišť lze rozdělit podle několika hledisek a kritérií. Hlavní rozdělení schodišť lze zvolit podle umístění schodiště na schodiště vnitřní anebo vnější. Tato klasifikace je dána podle toho, zda je umístěno vně nebo uvnitř objektu, a tudíž zda je nebo není ochráněno před klimatickými vlivy.

Podle použití a funkčního využití se schodiště dělí na schodiště: [9], [27]

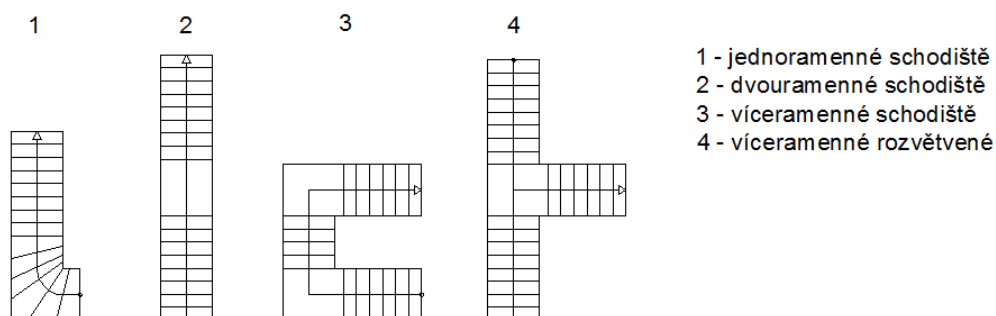
- hlavní – základní typ vertikální komunikace spojující jednotlivá podlaží v objektu umožňující přístup osob do jednotlivých podlaží objektu,
- vedlejší – doplňkové schodiště vytvořené z důvodu provozních, bezpečnostních, požárních,
- pomocné - určené k užití omezeným počtem uživatelů nebo občasnému užití,
- vyrovnávací - schodiště spojující různé výškové úrovně na jediném podlaží objektu,
- předložené - určené k překonání výškového rozdílu mezi vstupem do objektu a vnějším prostorem,
- únikové – schodiště sloužící k úniku osob v případě nebezpečí ohrožení osob
- terénní- samostatné schodiště nacházející se v terénu.

Další dělení může zvolit podle ramen schodiště - podle jejich počtu, půdorysného tvaru či sklonu. Podle počtu ramen lze rozlišit schodiště jednoramenná, dvouramenná, víceramenná a víceramenná větvená. Schémata jsou uvedeny na obrázku č. 1. Rozlišujeme ramena přímá, kdy schodišťové stupně mají stálou šířku stupnic, zakřivená s kosými stupni a smíšená s rovnými i kosými stupni. Podle sklonu ramen rozeznáváme několik typů schodišť, které v závislosti na sklonu charakterizuje i výška jejich stupňů. [27]

- rampové - sklon od 7° do 20°, výška stupně 80 až 130 mm,
- mírné - sklon od 20° do 25°, výška stupně 130 až 150 mm,
- běžné - sklon od 25° do 35°, výška stupně 150 až 180 mm,



- strmé - sklon od  $35^\circ$  do  $45^\circ$ , výška stupně 180 až 200 mm,
- žebříkové - sklon od  $45^\circ$  do  $58^\circ$ , výška stupně 200 až 250 mm.



**Obrázek č. 1 Rozdělení schodišť podle počtu ramen**

Schodiště lze dále členit podle smyslu výstupu, ten je určen výstupní čarou. Jedná-li se o přímku, máme na mysli přímá schodiště. U křivkových výstupních čar máme možnost rozlišit dle orientace schodiště pravotočivá a levotočivá.

Další princip klasifikace schodišť je podle konstrukčního uspořádání a způsobu podporování stupňů nebo podle použitého stavebního materiálu. Toto rozdělení je blíže specifikováno a popsáno v následující kapitole.

## 4 Konstrukční a materiálové řešení

Konstrukční a materiálové řešení spolu úzce souvisí a nabízejí různou škálu variant provedení tohoto funkčního prvku. Jejich volba ovlivňuje provádění z pohledu použitých technologií výstavby - monolitická nebo montážní technologie.

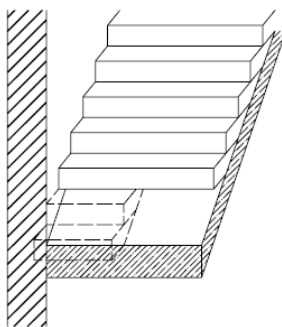
### 4.1 Konstrukční řešení

Konstrukční uspořádání schodišť lze rozdělit dle způsobu podporování jednotlivých stupňů. Tímto způsobem rozlišujeme schodiště s plně podporovanými stupni, s oboustranně podporovanými stupni, s jednostranně podporovanými stupni a schodiště se zavěšenými stupni.

#### *Schodiště s plně podporovanými stupni*

Statická podpora jednotlivých stupňů je v některých případech tvořena schodišťovou deskou - monolitickou nebo prefabrikovanou. Tyto desky jsou buďto přímé nebo zalomené. Přímé desky přenášejí zatížení na podestové nosníky nebo podestové desky. Lomené desky jsou konstrukčně spojeny s jednou nebo více podestami a tudíž mohou být podporovány přímo nosnými konstrukčními prvky budovy.

Zvláštním typem schodišť s plně podporovanými stupni jsou podezděná schodiště, která mají stupně plně podepřené po celé spodní ploše vyzdívkou. Tyto schodiště se nejvíce uplatňují jako předsazená schodiště.



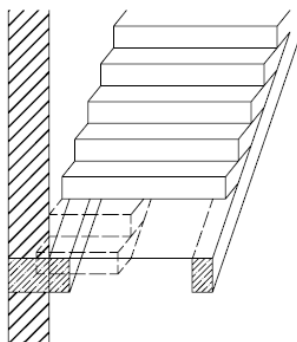
Obrázek č. 2 Schodiště s plně podporovanými stupni

### ***Schodiště s oboustranně podporovanými stupni***

Oboustranná podpora stupňů může být provedena více variantami. Jednou z možných variant je zazdění a podezdění okrajů stupně do schodišťové stěny nebo stěny umístěné v prostoru schodišťového zrcadla, tj. do stěny vřetenové.

Další možností je podpora stupňů na obou stranách pomocí schodnic. Tyto schodnicové nosníky jsou zapřeny do podestevových nosníků nebo desek. Možnou variantou podpory na okraje stupně je i jeho zavěšení na ocelové táhla, která jsou ukotvena obvykle do stropní konstrukce.

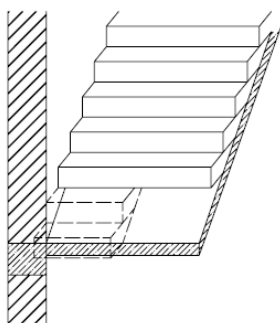
Veškeré varianty uložení na obou koncích lze navzájem kombinovat. Kombinace zazdění a uložení na schodnici je znázorněna na obr. č. 3.



**Obrázek č. 3 Schodiště s oboustranně podporovanými stupni**

### ***Schodiště s jednostranně podporovanými stupni***

Jednostranná podpora spočívá v konzolovém vyložení konstrukce podpírající stupně, viz obr. č. 4. Statické uložení může být v schodišťové stěně nebo ve vřetenové konstrukci. Vřetenovou konstrukcí rozumíme stěnu nebo sloupový prvek nahrazující zrcadlo schodiště.



**Obrázek č. 4 Schodiště s jednostranně podporovanými stupni**

## 4.2 Materiálové řešení

Vhodná volba materiálu na schodiště závisí na funkčních požadavcích vnitřních prostor a jde ruku v ruce s konstrukčním řešením samotných schodišť i daného objektu. Použití daného materiálového řešení má vliv i na náročnost technologického provedení.

Dle použitého materiálu rozlišujeme schodiště:

- kamenná,
- betonová (monolitická nebo montovaná z prefabrikovaných dílců),
- ocelová,
- dřevěná,
- cihelná,
- skleněná,
- kombinovaná z různých stavebních materiálů.

### ***Kamenná schodiště***

Kámen jako stavební materiál se vyznačuje velkou odolností a dlouhou životností. Vzhledem jeho velké odolnosti zvláště vůči povětrnostním vlivům je nejčastěji užíván na vnější schodiště. U vnitřních schodišť je využit především k estetickým účelům. Další výhodou kamene je z pohledu bezpečnosti, možnost přizpůsobit finální zpracování povrchu požadovanému součiniteli tření pochůzích ploch, tzn. stupnic a jejich hran a podest. Nevýhodou kamene je jeho náročnost na opracování. Z přírodních kamenů se nejčastěji užívají různé druhy pískovců, žul či mramorů.

### ***Železobetonová schodiště***

Železobeton se vyznačuje velkou únosností, trvanlivostí a odolností jak proti účinkům ohně tak vlivům prostředí. Nevýhodou je poměrně velká objemová hmotnost tohoto materiálu.

Tyto schodiště je potřeba dále rozdělit podle technologie provádění na monolitická a prefabrikovaná.

### *Monolitická železobetonová schodiště*

Betonáž přímo na stavbě umožňuje vytvářet řadu tvarových a prostorových variant. Nevýhodou monolitických konstrukcí je mokrá proces a nutnost bednění a tudíž i pracnost při realizaci.

### *Prefabrikovaná a prefamonolitická železobetonová schodiště*

Předem vyrobené prvky průmyslovým způsobem se na stavbě zmonolitňují v kompletní konstrukci. Tyto prefabrikované prvky mohou být malými prvky schodnic a stupňů nebo mohou být tvořeny celým velkorozměrovým dílcem ramen a podest. Výhodou je rychlá montáž a snížená pracnost na staveništi. Nevýhodou je náročnost na přepravu z výroby a případně montážní mechanismy (jeřáby) u velkorozměrových dílců.

### *Ocelová schodiště*

Výhodou použití oceli na konstrukce schodišť je značné odlehčení konstrukce od vlastní statické zatížení, neboť konstrukční prvky jsou většinou subtilní. Mezi další výhody patří možnost úprav a jednoduchost demontáže. Obecně známou nevýhodou ocelových konstrukcí je malá odolnost proti účinkům požáru a účinkům koroze. Tyto nevýhody lze odstranit vhodným opatřením. Ocelová schodiště se dále vyznačují velkou hlučností při užívání. Obě tyto nevýhody se však dají eliminovat vhodnými konstrukčními úpravami.

### *Dřevěná schodiště*

Dřevěné konstrukce jsou lehké a únosné, mají však malou prostorovou tuhost. Výhodou je jednoduchost při montáži. Nevýhodou dřeva je jeho hořlavost a horší odolnost proti účinkům vody a vlhkosti, proto je jejich použití omezeno.

Dřevěná schodiště se sestavují z jednotlivých dílců pomocí tesařských spojů nebo ocelových prvků. Na nosné prvky dřevěných schodišť se využívá nejčastěji smrkové, borové nebo modřínové dřevo. Stupnice je nutno kvůli zvýšenému mechanickému namáhání vyrobit z tvrdého dřeva popř. jiného odolného materiálu.

### *Sklo*

Využití skla jako materiálu konstrukcí schodišť je především v kombinaci s železobetonem, vznikají tak sklobetonové schodiště. Sklo je materiál s velkou pevností v tlaku a odolností nevýhodou je však jeho velká křehkost. Výhodou skla je propustnost

světla, proto je tento typ materiálu nejčastěji užit u schodišť určených k reprezentativním účelům.

### **4.3 Schodiště jako součást různých konstrukčních systémů**

Jelikož funkčním požadavkem schodišť je překonávání výškových rozdílů je nutno specifikovat jejich konstrukční napojení podle konstrukčních systémů vícepodlažních budov, ve kterých se nacházejí. Obecně lze konstrukční systémy budov rozdělit podle nosných svislých prvků na stěnové, skeletové, kombinované, jádrové a superkonstrukce. [26]

V následujícím textu se budeme věnovat pouze nejčastěji se vyskytujícími stěnovými a skeletovými konstrukcemi a užitím jednotlivých typů schodišť v těchto konstrukčních systémech.

#### ***Stěnový konstrukční systém***

Nosné svislé prvky přenášející zatížení a zajišťující stabilitu objektu jsou tvořeny stěnovými konstrukcemi. Tyto stěnové konstrukce lze rozdělit na zděné stěny, monolitické stěny a prefabrikované panelové stěny.

##### *Stěnový systém zděný*

U těchto systému jednotlivé nosné prvky schodišť přenášející zatížení do svislých vyzdívaných konstrukcí tvořených kusovými prvky a pojivem (např. maltou). Z pohledu materiálového řešení schodišť se nejčastěji využívá železobetonových schodišť, dále následně i ocelových. S potřebnými konstrukčními úpravami je možné zazdívat i dřevěné prvky schodišť. Taktéž ocelové schodiště nebo kombinované dřevo-ocelové nejsou výjimkou.

##### *Monolitické stěny*

Monolitický stěnový systém je vytvářen nejčastěji z betonu ukládaného do bednění. Tento systém dovoluje vytvářet vhodně staticky spolupůsobící konstrukci železobetonových schodišť jak monolitických tak montovaných a stěn objektu. Taktéž propojení ocelových nosných prvků schodišť s výztuží ve stěnách zajistí vhodný přenos zatížení. Použití dřevěných prvků v kombinaci s monolitickým betonem není zcela běžné a je nutno ošetřit konstrukční úpravou, neboť hrozí narušení dřeva vlhkostí uvolněnou z betonu.

### *Prefabrikovaný panelový systém*

Panelový systém je tvořen stěnovými dílci bloky, blokopanely nebo panely. Současně s vývojem těchto panelových staveb byly vytvářeny i různé typizované konstrukční varianty prefabrikovaných schodišť umístovaných v těchto konstrukčních systémech. Jednalo se především o kompletní deskové schodišťové panely se schodišťovými stupni.

### *Skeletový konstrukční systém*

Skeletový konstrukční systém je tvořen sloupy, které přenášejí veškerá zatížení v objektu. Skelety jsou vytvořeny monoliticky nebo montážní technologií. Uložení schodiště u obou typů je principiálně shodné.

Přenos zatížení schodišť v ŽB skeletech je nejčastěji zajištěn pomocí podestových nosníků nebo podestových desek. Tyto nosníky nebo desky jsou podporovány průvlakem nebo schodišťovou stěnou. Průvlak je vložen do pole mezi sloupy v potřebné výšce. Schodišťová stěna může být tvořena panelem o výšce celého podlaží nebo blokem s poloviční výškou.

Ocelové skelety nejčastěji využívají ocelová schodiště. Typické jsou podporované podestové nosníky samotnými prvky ocelové konstrukce nebo vytváření samostatného vřetenového sloupu pro točitá ocelová schodiště.

## **5 Požadavky na schodiště stavebních objektů**

Obecně lze konstatovat, že schodiště jakou součástí staveb podléhají stavebnímu zákonu včetně veškerých jeho prováděcích předpisů. K dané problematice schodišť se taktéž vztahuje normativní vytyčení požadavků kladených na schodiště např. [9].

Eskalátory spadají mezi určené dopravní zařízení zákona o drahách [24] a jeho prováděcí vyhlášku [25]. Na požadavky navazují bezpečnostní normy [34] a [35].

### **5.1 Požadavky stavebního zákona [1]**

Dle zákona č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon) je vyžadováno, aby byly u staveb dodržovány obecné požadavky na výstavbu. Těmito požadavky se rozumí technické požadavky na stavby stanovené prováděcími právními předpisy [2] a dále obecné technické požadavky zabezpečující bezbariérové užívání stavby [3].

Během celého průběhu procesu stavebního řízení je několikrát kontrolováno dodržování těchto obecných požadavků na výstavbu. Celým procesem stavebního řízení rozumíme územní řízení, stavební povolení, realizační fázi a následně kolaudaci.

### **5.2 Technické požadavky na stavby [2]**

Vyhláška [2] stanoví technické požadavky na stavby, které náleží do působnosti obecných stavebních úřadů. Vyhláška konkrétně specifikuje požadavky kladené na bezpečnost a vlastnosti staveb. Stavba musí být navržena a provedena tak, aby současně splnila veškeré základní požadavky, kterými jsou:

- mechanická odolnost a stabilita,
- požární bezpečnost,
- ochrana zdraví osob a zvířat, zdravých životních podmínek a životního prostředí
- ochrana proti hluku účinky hluku a vibrací,
- bezpečnost při užívání,
- úspora energie a tepelná ochrana.



Mechanickou odolností a stabilitou je myšlen soulad návrhu a provedení stavby s normovými hodnotami vyhovující působení účinků zatížení a nepříznivých vlivů prostředí, ať během výstavby nebo samotného užívání. Nesmí tedy dojít k jakémukoliv zřícení, poškození, ztrátě stability, nepřípustné deformaci či kmitání konstrukce. Taktéž nesmí být snížena trvanlivost stavby či poškozena a ohrožena provozuschopnost připojených technických zařízení.

Požadavky kladené na požární bezpečnost jsou specifikovány ve vyhlášce č. 23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb, která bude rozebrána v následující kapitole.

Dále je nutno vyhovět požadavku na ochranu zdraví, zdravých životních podmínek a životního prostředí. Stavba musí být navržena a provedena tak, aby neohrožovala život a zdraví osob nebo zvířat, bezpečnost, zdravé životní podmínky jejich uživatelů ani uživatelů okolních staveb.

Nutnost denního a umělého osvětlení, větrání a vytápění musí být u nově navrhovaných budov v souladu s normovými hodnotami. Je potřeba řešit osvětlení, posuzovat vytápění, chlazení, větrání a ochranu proti hluku, proslunění. To vše jak z pohledu vlivu navrhované budovy na okolní zástavbu, tak i naopak. Ve vyhlášce je dán požadavek na komunikační prostory, které musí mít zajištěno umělé osvětlení v souladu s normovými hodnotami [39] a musí být odvětrány.

Ochranu proti hluku řeší blíže nařízení vlády č. 148/2006 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibracemi.

Vyhláška [2] vyžaduje zajištění splnění požadavků na bezpečné užívání a provádění staveb mimo jiné i pomocí nároků kladených na hlavních domovní komunikace. V budovách s obytnými nebo pobytovými místnostmi a u staveb určených pro zajišťování zdravotní a sociální péče musí hlavní komunikace umožňovat přepravu předmětů o daných rozměrech. Požadavek se nevztahuje na rodinné domy a stavby pro rodinnou rekreaci.

Úspora energie a splnění požadavků na tepelnou ochranu budov jsou specifikovány návrhem a provedením budovy tak, aby spotřeba energií byla co nejnižší. Energie užitá na vytápění, větrání, umělé osvětlení a klimatizaci lze ovlivňovat mimo samotného návrhu systémů technického zařízení budov i jinak. Konkrétní požadavky na tepelně technické vlastnosti konstrukcí a budov jsou dány normovými hodnotami [38].

Ve čtvrté části vyhlášky [2] jsou přímo specifikovány konkrétní požadavky na stavební konstrukce staveb. Zde je § 22 „Schodiště a šikmé rampy“ upřesněn návrh těchto konstrukcí. Dle vyhlášky [2] musí být každé podlaží či užitný půdní prostor objektu přístupný alespoň

jedním hlavním schodištěm. Tento požadavek se nevztahuje na vstupní podlaží přístupné přímo z upraveného terénu. Návrh dalších pomocných schodišť je dán nutností vybudování únikových či zásahových cest v souladu s normovými hodnotami vztahujícími se norem ČSN 73 08xx. Alternativou návrhu schodišť mohou být šikmé rampy s předepsaným sklonem.

Další požadavky na schodiště jsou specifikovány normovými hodnotami ČSN 73 4130 Schodiště a šikmé rampy- Základní požadavky. [9]

Jedná se především o požadavky kladené na:

- nejmenší podchodnou a průchodnou výšku schodišť,
- šířku schodišťových stupňů a stupnic,
- vzájemný vztah mezi výškou a šířkou schodišťového stupně,
- maximální počet výšek schodišťových stupňů v jednom rameni,
- minimální dovolenou průchodnou šířku schodišťových ramen,
- rozměry podest a mezipodest a umístění dveří v jejich prostoru,
- další bezpečnostní požadavky.

Další bezpečnostní požadavky jsou pro schodiště jednotlivých druhů staveb definovány například v ČSN 73 4301 Obytné budovy, ČSN 73 5305 Administrativní budovy a prostory apod.

### **5.3 Požadavky na bezbariérové užívání staveb [3]**

Podle stavebního zákona [1] je nutno vyhovět nejen obecným technickým požadavkům na stavby, ale i obecným technickým požadavkům zabezpečující bezbariérové užívání. Tyto požadavky jsou zakotveny ve vyhlášce č. 398/2009 Sb., o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb [3].

Vyhláška stanoví obecné technické požadavky na stavby a jejich části z důvodu nutnosti zabezpečení jejich užití osobami s omezenou schopností pohybu nebo orientace. Těmito osobami máme na mysli osoby s pohybovým, zrakovým, sluchovým či mentálním postižením, osoby pokročilého věku, těhotné ženy a osoby doprovázejícími dítě v kočárku nebo dítě do tří let věku.

Vyhláška se vztahuje na veškeré části staveb občanského vybavení určené pro užití veřejností, společné prostory a domovní vybavení bytových domů, prostory upravitelných

bytu nebo bytu zvláštního určení. Ve vyhlášce jsou mimo řadu jiných požadavků zakotveny požadavky na schodiště určené pro užívání veřejností.

V příloze vyhlášky jsou konkrétně specifikovány požadavky na schodiště a vyrovnávací stupně. Požadavky jsou rozděleny pro osoby s omezenou schopností pohybu a pro osoby se zrakovým postižením. Primárním požadavkem je bezbariérové řešení hlavních schodišť. Ostatní schodiště včetně únikových se řeší přiměřeně této vyhlášce.

## **5.4 Požadavky s ohledem na BOZP**

Nelze opomenout ani požadavky zákoníku práce [7] a jeho prováděcí vyhlášky [8] na bezpečnost a ochranu zdraví při práci.

V prováděcí vyhlášce [8] je zakotveno, že zaměstnavatel je povinen zajistit, aby pracoviště byla prostorově a konstrukčně uspořádána a vybavena tak, aby pracovní podmínky pro zaměstnance z hlediska bezpečnosti a ochrany zdraví při práci odpovídaly bezpečnostním a hygienickým požadavkům na pracovní prostředí a pracoviště. Schodiště a jiné komunikace musí mít stanovené rozměry a povrchy a vybavenost. Taktéž je zaměstnavatel povinen zajistit zachování volného únikové cesty.

## **5.5 Konkrétní požadavky na konstrukce schodišť**

Požadavky kladené na schodiště jsou věcně rozděleny podle jednotlivých konstrukčních částí.

### **5.5.1 Požadavky na průchodnou šířku schodišťových ramen**

Dle účelu stavby a daného vnitřního provozu se navrhuje průchodná šířka jednotlivých ramen schodišť. V závislosti na antropologii a ergometrii člověka vznikají prostorové nároky na pohybový či manipulační prostor. Tento nárok je specifikován šířkou 600 mm průchodného pruhu pro jednu dospělou osobu. V odůvodněných případech lze hodnotu snížit na 550 mm. U rodinných domů je minimální šířka hlavního schodiště stanovena hodnotou 900 mm u pomocného schodiště lze hodnotu snížit na 750 mm. U bytových domů je povolena minimální průchodná šířka 1100 mm. U bezbariérové užívaných staveb musí být šířka 1500 mm. [9]

### 5.5.2 Požadavky na podchodnou a průchodnou výšku schodišťových ramen

Pro zajištění bezpečnosti při užívání je nutno dodržet hodnoty podchodné a průchodné výšky schodišť. Podchodná výška  $H_1$  schodišťového ramene je dána svislou vzdáleností mezi spojnici hran schodišťových stupňů na výstupní čáře a rovnoběžnou přímkou vedenou spodním lícem konstrukcí nad výstupní čarou. Průchodná výška  $H_2$  schodišťového ramene je dána kolmou vzdáleností mezi spojnici hran schodišťových stupňů na výstupní čáře a rovnoběžnou přímkou vedenou spodním lícem konstrukcí nad výstupní čarou. [9] Graficky jsou výšky znázorněny na obrázku č. 5. Minimální hodnoty těchto výšek [mm] lze matematicky určit v závislosti na sklonu podle následujících vztahů (1) a (2).

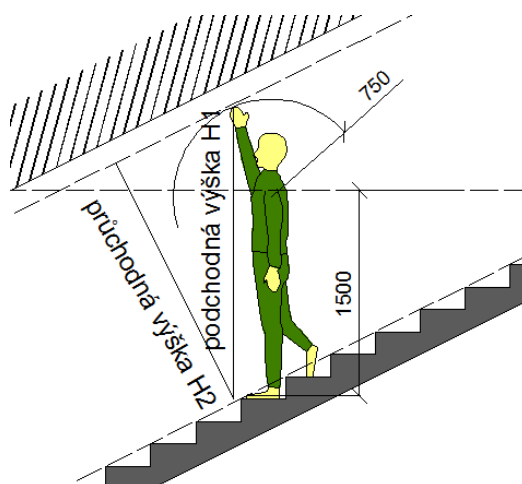
$$H_{1,min} = 1500 + \frac{750}{\cos \alpha} \quad (1)$$

$$H_{2,min} = 1500 + 750 \cdot \cos \alpha \quad (2)$$

$\alpha$  sklon ramene [°]

$H_1$  podchodná výška [mm]

$H_2$  průchodná výška [mm]

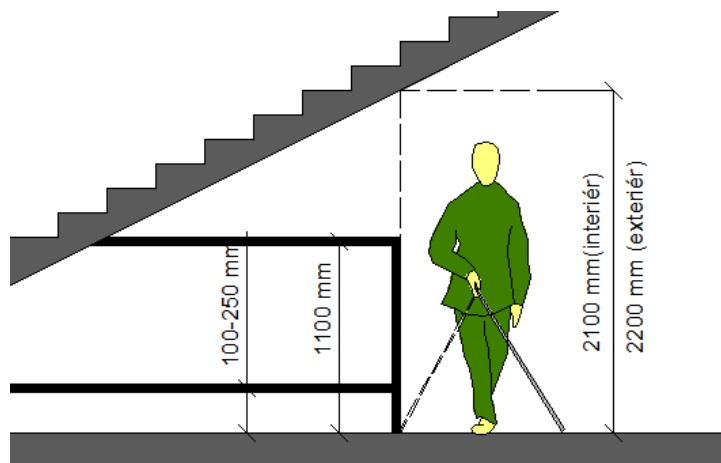


Obrázek č. 5 Průchodná a podchodná výška na schodišti

Výjimku tvoří rodinné domy, schodiště uvnitř bytů a objektů pro rekreaci, kde lze snížit hodnotu podchodné výšky na 2100 mm. Hodnoty průchodné výšky však nesmí být v obytných a veřejných budovách snížena pod hodnotu 1950 mm a u budov výrobních a provozních pod hodnotu maximálních rozměru dopravovaných předmětů po schodišti. [9]

Pro zachování bezpečnosti je stanoven dle [3] požadavek na schodiště vybíhající do prostoru, u těchto musí být zabráněno možnosti vstupu osob se zrakovým postižením do prostoru pod schodiště, kde není dodržena podchodná výška minimálně 2200 mm v exteriéru a 2100 mm v interiéru. Provedení této ochrany je pomocí zábradlí nebo obdobného

konstrukčního řešení, které vytvoří jak pevnou spodní zarážku pro slepeckou hůl, tak pevnou ochranu ve výšce 1100 mm pochozí plochy pod schodištěm viz obrázek č. 6.



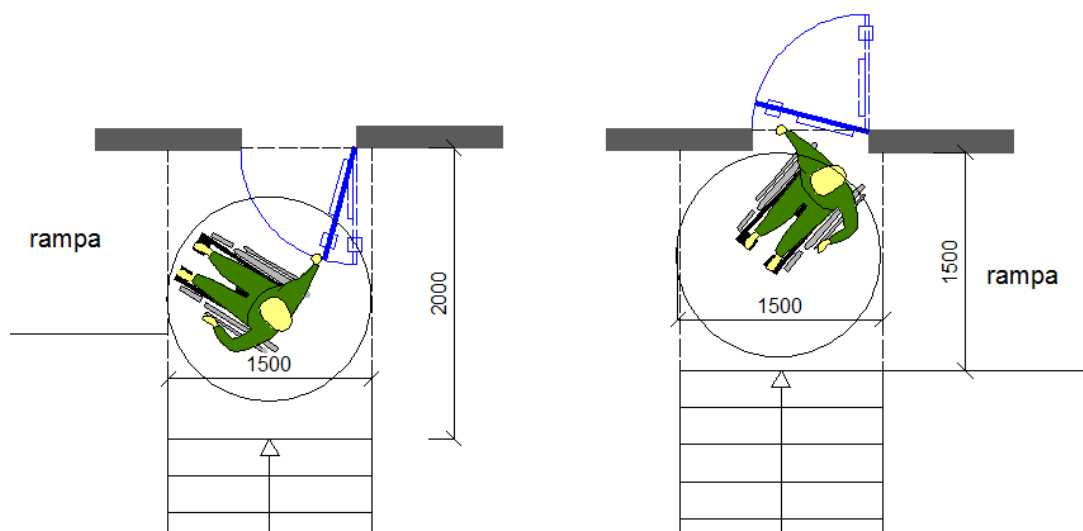
**Obrázek č. 6 Dodržení podchodné výšky pod schodištěm**

### **5.5.3 Požadavky na rozměry podest a mezipodest a umístění dveří v jejich prostoru**

Průchozí šířka podesty musí odpovídat průchozí šířce schodišťového ramene zvětšené o nejméně o 100 až 200 mm. Průchozí šířka mezipodest, u kterých dochází ke změně směru pohybu, musí být shodná s průchozí šířkou ramene. U podest umístěných mezi 2 ramena, kdy nedochází ke změně směru výstupu, musí být délka této vložené podesty násobkem 630 mm zvětšená dále o šířku stupně. [9]

Veškeré dveřní otvory musí být osazovány tak, aby při otevření dveřního křídla nedošlo k zúžení minimální průchodné šířky podesty. Tento požadavek platí pro schodiště hlavní, vedlejší a úniková, pro schodiště pomocné je dodržení požadavku pouze doporučeno.

Z důvodu bezpečnosti přístupu do schodišťového prostoru je určen požadavek minimální vzdálenosti dveřních zárubní s křídly otvíravými mimo podestu hodnotou 350 mm od hrany nástupního či výstupního stupně. Zvýšené požadavky jsou kladeny na předložená schodiště u vstupů do objektů. Podesta předloženého schodiště určeného pro bezbariérové užití musí být rozšířena na hodnotu 1500mm x 1500mm popř. 1500mm x 2000mm v závislosti na otevírání dveřního křídla dle obrázku č. 7. [9] Tato hodnota je stanovena v závislosti na potřebném manipulačním prostoru pro osoby na invalidním vozíku.



**Obrázek č. 7 Podesta předloženého schodiště u bezbariérových staveb**

#### **5.5.4 Rozměry šířky a výšky schodišťových stupňů a stupnic**

Veškeré stupně umístěné v schodišťovém rameni musí mít shodnou výšku a šířku jednotlivých stupňů. Šířka je měřena na výstupní čáře schodiště. Nejmenší šířka stupně na výstupní čáře je dovolena 210 mm s šířkou stupnice alespoň 250 mm. U bezbariérových staveb nelze vytvářet stupně s šířkou menší 310 mm a podstupnice musí být vždy kolmá na stupnici. [3] Minimální šíře, na kterou můžou být zúženy kosé stupně mimo výstupní čáru v nejužším místě je 130 mm. Minimální šířky jsou stanoveny na vzdálenost, která ještě umožňuje uživateli bezpečné našlápnutí. [9]

Výškou rozumíme svislou vzdálenost mezi vodorovnými povrchy dvou po sobě následujících schodnic. U staveb určených pro bezbariérové užívání je maximální výška stupně 160 mm s maximální výškou stupně 160 mm. Průměrná a optimální hodnota se pohybuje v intervalu 150 až 180 mm. [9]

#### **5.5.5 Maximální počet výšek schodišťových stupňů v jednom rameni**

Vzhledem ke zvýšené náročnosti pohybu po schodech vzhůru a podle předpokládaných fyziologických možností člověka je stanoven maximální počet po sobě následujících stupňů v ramenech. U staveb určených pro užívání veřejnosti je povoleno nejvýše 16 stupňů. V ostatních případech je počet stanoven na 18 v jednom schodišťovém rameni. Vždy je nutno dodržet shodný počet stupňů ve všech ramenech.

### 5.5.6 Vzájemný vztah mezi výškou a šířkou schodišťového stupně

Vzájemný poměr mezi výškou  $h$  a šířkou  $b$  schodišťových stupňů je dán přibližnou délkou lidského kroku. Ta je obecně stanovena hodnotou 630 mm, v odůvodněných případech je povoleno změnit rozmezí na hodnoty 600 až 650 mm. U schodišť musí být vždy dodržen vztah (3).

$$2h+b=630 \text{ mm} \tag{3}$$

$h$  výška schodu [mm]

$b$  šířka schodu [mm]

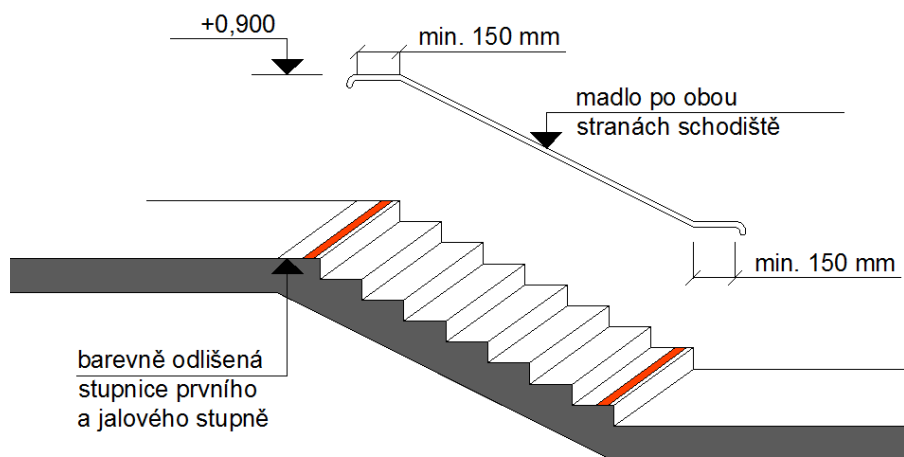
### 5.5.7 Bezpečnostní požadavky na povrchy

Stupnice schodišťových stupňů a povrchy vnitřních podest musí být vodorovné tj. bez sklonu v příčném či podélném směru. Sklon je povolen pouze u vnějších podest, a to nejvýše dosahující hodnoty 7% v podélném směru se směrem sestupu. [2]

Vyhláška [3] klade požadavky obecně na veškeré pochozí plochy. Na těchto pochozích plochách nesmí být vytvořeny výškové rozdíly 20 mm. Povrch pochozích ploch musí být rovný a pevný.

Nášlapná vrstva musí být upravena proti možnosti skluzu i při zvýšení vlhkosti v prostředí. Pokud je protiskluzná vrstva provedena povrchovou úpravou, nesmí tato úprava vystupovat nad povrch stupnice o více než 3 mm. Určení požadavků protiskluznosti se řídí obecně ČSN 74 4507 Odolnost proti skluznosti podlah - Stanovení součinitele smykového tření. [2] Zabezpečení této potřeby je však definováno i v [3] a [9] pomocí dané hodnoty součinitele smykového tření, úhlu kluzu nebo úhlu výkyvu kyvadla od svislice.

Osoby se zrakovým postižením vyžadují zvýšené nároky na barevnostní řešení schodišť. Stupnice nástupního a výstupního stupně musí být pro lepší orientaci výrazně kontrastně odlišitelná od podlahy. Jakékoli barevné označení podstupnic je nepřípustné a matoucí pro tyto osoby. Požadavek je znázorněn na obrázku č. 8. [3]



**Obrázek č. 8 Přesah madel a barevné označení stupňů**

### 5.5.8 Požadavky na osvětlení a hluk

Omezení přenosu hluku způsobeného pohybem osob ze schodiště do sousedních místností musí splňovat požadavky na vzduchovou a kročejovou neprůzvučnost dané normovými hodnotami ČSN EN ISO 717-1 Akustika. Hodnocení zvukové izolace stavebních konstrukcí a v budovách. [2]

Neopomenutelným požadavkem vyhlášky je nutnost odpovídajícího osvětlení a odvětrání prostoru schodišť. Denní světlení není u všech schodišť bezpodmínečně vyžadováno, schodiště však musí být z pohledu bezpečnosti osvětleny umělým osvětlením s dostatečnou intenzitou minimálně 100 lx. Při návrhu osvětlení je potřeba vhodného rozmístění zdrojů světla popř. oken. Osvětlení nesmí oslňovat chodce, ale nesmí také bránit rozeznávání kontrastů jednotlivých stupňů. [37]

### 5.5.9 Bezpečnostní požadavky na zábradlí

Společně s problematikou schodišť úzce souvisí požadavky kladené na zábradlí a madla, jelikož se jedná o konstrukce, které často bývají nedílnou součástí schodišť a slouží k zajištění bezpečnosti. Ochranné zábradlí je konstrukcí, která je určena proti neúmyslnému pádu z volného okraje pochůzných ploch či vstupu do nebezpečného prostoru. [10]

Výšky a povinnost zřízení ochranného zábradlí stanovují podle intenzity pochůzných ploch, možného přístupu osob v závislosti na mezní hloubce a šířce volného prostoru dle [10]. Rozlišujeme 4 typy výšek zábradlí: snížená (900 mm), základní (1000 mm), zvýšená (1100 mm) a vysoká (1200 mm). [10]



Je-li výplň zábradlí tvořeno sloupky a tabulemi jsou stanoveny maximální velikosti mezer mezi jednotlivými konstrukčními díly. Ty nesmí být překročeny, neboť hrozí nebezpečí vsunutí části těla a následné zranění. Splnění požadavku se ověřuje pomocí zkušebního hranolu daných rozměrů.

Mezi madlem a konstrukcí zábradlí či schodišťovou stěnou je nutno dodržet vzdálenost 60 mm. Madla zábradlí musí být svým tvarem bez výstupků ostrých hran vhodné k uchopení a pevnému sevření rukou shora. Na koncích má být madlo zakončeno uzavřením a ohnutím směrem dolů. Šikmé zábradelní madlo delší než 1500 mm se doporučuje patřit zábranami proti možnosti sjíždění osob.

U objektů určených pro bezbariérové užívání musí být schodišťová ramena po obou stranách opatřena madly ve výšce 900 mm. [3], [9] Toto madlo musí přesahovat o 150 mm první i poslední stupeň schodiště viz obrázek č. 8.

## **6 Bezpečnostní nároky související s požární bezpečností staveb**

Součástí požadavků kladených na stavby je také splnění podmínek požární bezpečnosti staveb. Požární bezpečností stavebních objektů rozumíme soubor opatření, která mají bránit ztrátám na životech či ohrožení zdraví osob a zvířat a škodám na majetku. Možnost řešení tohoto požadavku můžeme ovlivnit pomocí urbanistické, dispozičního, konstrukčního a materiálového řešení nebo dalšími opatřeními a zařízeními.

V této kapitole sou nastíněny požadavky na požární bezpečnost schodišť s ohledem na konstrukční řešení, evakuaci, únikové cesty a zabezpečení staveb územními jednotkami PO.

Bezpečnostní nároky související s požární bezpečností staveb řeší vyhláška [6]. Podle této vyhlášky je nutno při navrhování a umísťování staveb dodržet podmínky splnění technických podmínek požární ochrany na stavební konstrukce a technologické zařízení a podmínky vhodné evakuace osob a zvířat. Konkretizace požadavků, pokud nejsou přímo výtýčeny v samotné vyhlášce [6], je stanovena v českých technických normách ČSN 73 08. Výjimky pro [6] jsou stanoveny ve vyhlášce [5].

### **6.1 Požadavky na požární odolnost schodišť**

Požadavky kladené na konstrukce schodišť uvnitř požárního úseku, která nejsou součástí únikových cest je nutno hodnotit na únosnost (R) podle ČSN EN 13501-2-2008 s minimální požární odolností určenou v minutách dle požadavků [15] [16] apod. Taktéž může být na část schodišťové konstrukce-podesty vznesen požadavek na hodnocení RE (tvoří-li např. konstrukce strop nad posledním podlažím nebo strop neoddělující dva PÚ). [14]

Každý požární úsek v objektu, který není úsekem bez požárního zatížení, vyžaduje určení stupně požární bezpečnosti. Dle [15], [16] vyžadují stanovení požární odolnosti konstrukcí schodiště, ta která jsou užita jako jediná úniková cesta pro více než 10 osob a současně nejsou částí chráněné únikové cesty. Tato požární odolnost je určena podle stupně požární bezpečnosti PÚ, jejichž je schodiště součástí podle tabulky č. 1. [15]

**Tabulka č. 1 Požární odolnost schodišť uvnitř PÚ**

Stavební konstrukce	Stupeň požární bezpečnosti PÚ						
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
	Požární odolnost st. konstrukcí a její druh						
Konstrukce schodišť uvnitř požárního úseku, které nejsou součástí chráněných únikových cest	-	15 DP3	15 DP3	15 DP1	30 DP1	45 DP1	45 DP1

Pro výrobní objekty se dle [04] shodující požadavky na stavební konstrukce dle tabulky č. 1. Nelze opomenout odlišnost postupu určení SPB pomocí ekvivalentní doby požáru  $\tau$  s využitím pravděpodobné doby  $\bar{\tau}$ . Jelikož se jedná o konstrukci spojující užitná podlaží nelze užít určení ekvivalentní dobu trvání požáru zjednodušený postup.

Pro určení druhu konstrukce v kategoriích DP1 či DP 3 nutno připomenout, že je nutno přihlížet k povrchovým úpravám, které tvoří součást konstrukčního řešení nebo jsou součástí konstrukce. Nepřihlíží se však k povrchovým úpravám, které nedosahují minimální tloušťky 2mm.

Konstrukce schodišť chráněných únikových cest musí být DP1. V případě, že součástí konstrukce schodiště je konstrukční část s požárně dělicí funkcí (např. podesta či schodišťová stěna), je požadováno prokázání její požární odolnosti. [14] Požární odolnost požárně dělicích konstrukcí na CHÚC u nevýrobních objektů vychází z větší z hodnot: [15]

- SPB sousedních požárních úseků,
- podle požadovaného SPB CHÚC, které jsou dány takto:
  - minimálně vždy v II. SPB
  - při  $h \geq 30\text{m}$  ve III. SPB
  - při  $h \geq 45\text{m}$  ve IV. SPB

U výrobních objektů je nejnižší stupeň požární bezpečnosti CHÚC stanoven v souvislosti s předpokládanou dobou evakuace  $t_{ub}$ , počtem a typem CHÚC podle tabulky 14 normy [16]. Zařazení do jednotlivých SPB je dále podmíněno:

- možnost zařazení do I. SPB pouze u nehořlavých konstrukčních systémů
- minimálně do III. SPB při  $h \geq 30\text{m}$
- minimálně do IV. SPB při  $h \geq 60\text{m}$

Podle SPB musí navrženy i konstrukce nacházejících se uvnitř CHÚC a zajišťující stabilitu.

V tabulce č. 2 jsou uvedeny hodnoty požární odolnosti požárně dělících konstrukcí.

**Tabulka č. 2 Požární odolnost požárně dělících konstrukcí stěn a stropů**

Stavební konstrukce	Stupeň požární bezpečnosti PÚ						
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
Požární stropy a požární stěny	Požární odolnost st. konstrukcí a její druh						
v podzemních podlažích	30 DP1	45 DP1	60 DP1	90 DP1	120 DP1	180 DP1	180 DP1
v nadzemních podlažích	15+	30+	45+	60+	90+	120 DP1	180 DP1
v posledním nadzemním podlaží	15+	15+	30+	45+	45+	60 DP1	90 DP1
mezi objekty	30 DP1	45 DP1	60 DP1	90 DP1	120 DP1	180 DP1	180 DP1

Nášlapná vrstva podlahy chráněné únikové cesty musí být provedena z hmot třídy reakce na oheň vyšší než Cfl-s1. Stěny CHÚC musí mít povrchovou úpravu pouze A1 nebo A2. Výjimkou je možnost užití u výrobku povrchových úprav B-D s indexem šíření plamene po povrchu stěn menší než 100 mm/min a na podhledu < 75 mm/min, a to v reprezentativních objektech majících více CHÚC. Madla nejsou z pohledu použitého typu materiálu v CHÚC nikterak omezeny.

## 6.2 Požadavky související s evakuací

Možnost bezpečné a včasné evakuace z objektu je důležitou součástí řešení požární bezpečnosti staveb. Jelikož schodiště tvoří často jedinou cestu možného úniku osob z vyšších pater v objektech při ohrožení požárem, je potřeba tomuto tématu věnovat náležitou pozornost.

Vhodný návrh z pohledu konstrukčního a materiálového, zmíněný v předchozí kapitole je jednou stránkou věci. Taktéž je nedílnou součástí i patřičný návrh únikových cest z objektu, aby svým typem, počtem, dimenzací, polohou, či technickým vybavením dokázaly plnit svou funkci ochrany proti kouři, teple a zplodinám. Jelikož jsou schodiště součástí komunikačních prostor nelze je vytrhnout z kontextu únikových cest sálově, ale je nutno se seznámit s únikovými cestami komplexně.

### ***Dělení únikových cest***

Únikové cesty se rozdělují podle stupně ochrany, kterou poskytují na chráněné (CHÚC) a nechráněné (NÚC). [15] Normy [16] a [19] dále umožňují vytvoření částečně chráněné únikové cesty (ČCHÚC).

Nechráněná úniková cesta je trvale volný komunikační prostor, který není od ostatních prostor požárně oddělen stavebními konstrukcemi a slouží k úniku osob na volné prostranství nebo do prostor chráněných únikových cest. [15]

Částečně chráněná úniková cesta je trvale volný komunikační prostor sloužící k možnému úniku na volné prostranství nebo do CHÚC. ČCHÚC se může nacházet v PÚ nebo části PÚ, kde se nenachází požární riziko. Taktéž může procházet sousedním požárním úsekem, kde však nesou provozu skupiny 5 - 7 dle [16].

Chráněné únikové cesty jsou komunikačním prostorem, ve kterém se během požáru mohou osoby bezpečně zdržovat danou dobu. Dle této doby je možno CHÚC rozdělit na typy A, B nebo C. Zajištění možnosti setrvání osob v CHÚC je zajištěno pomocí větrání a oddělením prostor požárně dělícími konstrukcemi.

Evakuace v CHÚC je považována za bezpečnou, je-li přetlakem omezen přítok zplodin nebo ředěním zplodin čistým vzduchem dosaženo maximálně koncentrace zplodin hoření 1% nejvýše však 2%. Konkrétní požadavky a konstrukční provedení odvětrání jednotlivých typů chráněných únikových cest ať přirozeně nebo nuceně je uvedeno podrobně v [15]. U chráněných únikových cest typu C je povinou součástí prostor předsíní daných parametrů. U CHÚC typu B je předsíní požadována, není-li zajištěno přetlakové větrání prostoru cesty. Na základě tohoto doba pobytu osob maximálně na CHÚC:

- A po dobu 4 minut,
- B po dobu 15 minut,
- C po dobu 30 minut

### ***Počty únikových cest, jejich typ a užití***

Minimální počet samostatných ÚC z každého PÚ je stanoven na 2 s možností výjimečného snížení na jednu. Tato výjimka navazuje na splnění podmínek mezního počtu unikajících osob vztaheného na prostor odkud je ÚC vedena v tab. 3. Nutno brát ohled na požadavek, kdy nesmí být 1 cesta užita z důvodu přítomnosti skupinově se vyskytujících osob se sníženou schopností pohybu a orientace (v počtu nad 12 a zastoupením nad 10% z celkového počtu osob).

**Tabulka č. 3 Mezní počet unikajících osob**

Užití jedné únikové cesty z:		Mezní počet unikajících osob	
		nadzemní podlaží	podzemní podlaží
místnosti se součinitelem $a \leq 1,1$		100	25
místnosti se součinitelem $a \geq 1,1$		10	10
PÚ, součinitel $a \leq 1,1$		120	30
PÚ, součinitel $a \geq 1,1$		10	10
objektu s	NÚC, $a \leq 1,1$	120	30
	NÚC, součinitel $a \geq 1,1$	10	10
	CHÚC	200; (1),(2)	50
(1) nikoli u objektu s PÚ ve výškové poloze $h_p > 45$ m, kde se vyskytuje více než 40 osob			
(2) je-li objekt členěn do méně než 3 PÚ			

### **Typ únikové cesty nevýrobních objektů**

O užití schodiště jako únikové cesty rozhodují následující požadavky.

Schodiště jako nechráněná úniková cesta může spojovat:

- nadzemní podlaží mezi sebou s výškovým rozdílem podlah do 9m,
- nadzemní podlaží a podlaží v úrovni volného prostranství s výškovým rozdílem podlah do 9m,
- dvě podzemní podlaží mezi sebou,
- první podzemní a volné prostranství,
- propojení prvního podzemního a 1.np (NÚC musí být konstrukčně oddělena nebo oddělitelná v případě požáru od chráněných únikových cest z nadzemních podlaží).

Užití schodiště jako součásti CHÚC závisí na výšce podlahy posledního užitného podlaží či podzemního podlaží a v souladu s počtem únikových cest. V tabulce č. 4 je určena nutnost typu cesty A, B, C. Speciálně jsou vyjmuty z tohoto zařazení případy, kdy je umožněno užití nechráněnou cestu (viz výše) a objekty s požární výškou nad 9 m tvořené hořlavým konstrukčním systémem. V těchto objektech s hořlavým systémem musí být CHÚC bez výjimek zřízeny a konstrukčně musí být zajištěna jejich stabilita bez ohledu na konstrukce DP2 a DP3. [15]

**Tabulka č. 4 Dovolенý typ CHÚC**

Počet ÚC	Dovolený typ CHÚC					
	nadzemní podlaží			podzemní podlaží		
	výška objektu h (m)					
	do 22,5 m	22,5-45,0 m	nad 45,0 m	do 4,5 m	4,5-8,0 m	nad 8,0 m
jedna ÚC	A	B	C B (2)	A	B	C (1)
další ÚC	A	A	B	A	A	B
(1) nezdržuje-li se v podzemních podlažích trvale více než 30 osob, postačí CHÚC B s nuceným větráním						
(2) je-li zajištěna další ÚC typu B se shodnou možností úniku oběma cestami, obě cesty musí být větrány nuceně.						

Volba typu únikové cesty daná výškou objektu je dále i v přímé souvislosti s potřebami evakuace daného počtu osob určeného dle [26].

### ***Dimenzace únikových cest nevýrobních objektů***

#### ***Mezní délka únikové cesty***

V závislosti počtu osob a tedy na počtu únikových cest nutno u NÚC určit mezní délku. Ta je určitelná v závislosti na součiniteli vyjadřujícím rychlost odhořívání z hlediska charakteru hořlavých látek  $a$ . Délka může být zvětšena splněním specifických podmínek uvedených v bodu 9.10.3 v [15].

Mezní délka na jedinou CHÚC A je dána hodnotou 120 m. Je-li CHÚC A druhou nebo další únikovou cestou není délka této druhé nebo další cesty omezena. Mezní délky CHÚC typu B a C nejsou stanoveny.

Schodiště se do dané mezní délky započítávají svým půdorysným průmětem.

#### ***Šířky ÚC***

Šířka únikové cesty musí umožnit bezpečnou evakuaci všech osob z daného prostoru. Počet osob je určen dle [26] nebo příslušné 7308xx pro dané typy objektů. Nejmenší šířka je dána výpočtem příslušného počtu únikových pruhů daný vzorcem (4). Uvažovaný únikový pruh šířky 550 mm musí být započten vždy minimálně v násobku jedné šířky a dále v násobcích poloviny šířky. Nutno připomenout, že hodnoty šířky určené minimálním počtem

únikových pruhů musí korespondovat i s požadavky na minimální hodnoty šířek komunikací dle jiných předpisů (např. [2], [11], [12],...).

$$u=(E_1.s_1+E_2.s_2+E_3.s_3)/K \quad (4)$$

$u$             nejmenší počet únikových pruhů

$E$             počet evakuovaných osob

$K$             počet evakuovaných osob v jednom únikovém pruhu

$s$             součinitel podmínek evakuace

indexy 1, 2, 3            indexy zohledňující příslušnost osob do kategorie v rámci pohybové schopnosti.

Hodnota  $K$  se u NÚC určuje v závislosti na součiniteli vyjadřujícím rychlost odhořívání z hlediska charakteru hořlavých látek  $a$  daného požárního úseku, počtu NÚC a druhu úniku (po rovině, po schodech dolů, po schodech nahoru). U CHÚC je hodnota  $K$  stanovena dle SPB přilehlých PÚ, typu CHÚC, a taktéž dle druhu pohybu po únikové cestě.

Hodnota součinitele  $s$  je ovlivněna nejen schopností pohybu, ale závisí i na způsobu evakuace (současná/postupná) a typu ÚC.

Šířka únikové cesty se nesmí se zužovat ani navazující ÚC nesmí být užší. Výjimku tvoří případ, kdy jsou osoby evakuovány částečně, do míst požárně oddělených a zabezpečených od účinků požáru. U CHÚC s připojujícími se NUC musí odpovídat pokračující šířka cesty součtu únikových pruhů.

Počet započítatelných únikových pruhů je snížen bez ohledu na skutečnou šířku cesty na:

- 4 únikové pruhy u cest s polohovou výškou 9-22,5 m a u cest z 1. PP,
- 3 únikové pruhy u cest s polohovou výškou 22,5-45 m a u cest z 2. PP,
- 2,5 únikového pruhu s polohovou výškou nad 45 m a z 3. a dalšího PP.

#### *Plošné rozměry*

Požadavky na plošné rozměry jsou stanoveny pouze pro únikové cesty typu B a C a musí umožnit pobyt 40 % osob z celkového počtu evakuovaných.



### *Doba evakuace*

U vybraných PÚ nebo objektů podle [15] nebo příslušných 73 08xx se stanovuje předpokládaná doba evakuace  $t_u$  [min] dle vzorce č.5.

$$t_u = \frac{0,75 \cdot l_u}{v_u} + \frac{E \cdot s}{u \cdot K_u} \quad (5)$$

$l_u$  délka únikové cesty [m]

$v_u$  rychlost osob [m/min]

$E$  počet evakuovaných osob

$K_u$  jednotková kapacita únikového pruhu [os/min]

$u$  započítatelný počet únikových pruhů

$s$  součinitel podmínek evakuace

Tato doba musí být v souladu s limitem daným pro zakouření a množství zplodin v ÚC. Evakuace po NÚC je považována za bezpečnou pokud jsou osoby evakuovány z hořících prostor nebo části PÚ do doby než kouř a zplodiny hoření nezaplňují prostor do výšky nižší než 2,5 m nad podlahou. V CHÚC je považována za bezpečnou do doby dosažení maximálně koncentrace zplodin hoření 1% nejvýše však 2%.

### ***Dimenzace únikových cest výrobních objektů***

Dimenzování únikových cest výrobních objektů se dle [16] provádí pomocí výpočtu předpokládané doby evakuace  $t_u$  dle vzorce (5) výše.

Následně je potřeba pro jednotlivé ÚC porovnat hodnotu předpokládané evakuace s mezní dobou evakuace dle vztahu (6).

U vybraných výrobních objektů se navíc hodnota  $t_u$  porovnává nejen s mezní dobou evakuace  $t_{u,max}$ , ale i s dobou  $t_e$  (časovým limitem zakouření NÚC) dle vztahu (7).

Mezní doba evakuace  $t_{u,max}$  je dána dle tabulky 16 v [16].

$$t_e \leq t_{u,max} \quad (6)$$

$$t_e \geq t_u \leq t_{u,max} \quad (7)$$

Další dimenzace mezních délky, šířky únikové cesty vychází z určení mezní doby evakuace.

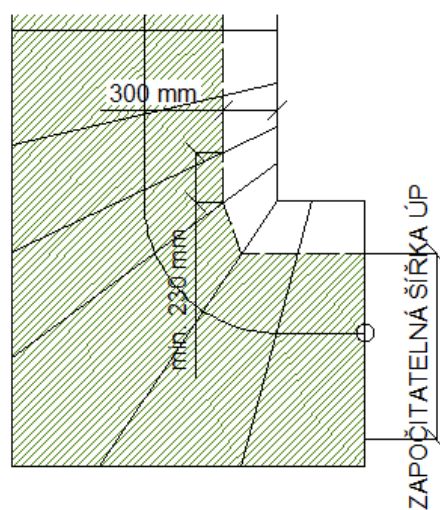
### ***Schodiště na ÚC***

Schodiště na únikových cestách podle [15], [16] musí být provedeny dle normy [9] jejíž požadavky jsou vytyčeny v předešlé kapitole. Za únikovou cestu po schodech považuje [15] komunikace, na níž jsou tři za sebou následující schodišťové stupně. Oproti tomu [16] definuje pojem únikové cesty po schodech až od hodnoty 4 za sebou následujících stupňů.

U schodišť nacházejících se na ÚC je pro výpočet mezní délky brána v úvahu jejich délka půdorysného průmětu. Taktéž pro určení plochy CHÚC B nebo C je započítávána plocha půdorysného průmětu.

Vliv sklonu schodišť na dimenzaci šířky ÚC a součinitele  $K$  i  $K_u$  je u nevýrobních objektů následující. V důsledku sklonu přesahující hodnotu  $35^\circ$  dojde ke snížení hodnoty  $K$  nebo  $K_u$  s každým  $1^\circ$  sklonu o 3% dané tabulkové hodnoty. U výrobních objektů se nárůst každého stupně schodišťového ramene od hodnoty  $35^\circ$  projeví na výpočtové rychlosti pohybu  $v_u$ . Ta se snižuje o 1m/min za každý stupeň navíc.

U schodišť s kosými stupni, na kterých se pohybuje větší počet než 10 osob, se omezuje započítatelná šířka únikové cesty dle obr. č. 9.



**Obrázek č. 9 Započítatelná šířka únikové cesty u schodišť s kosými stupni**

### ***Požadavky na konstrukční řešení schodišť na ÚC***

U schodišť s požadovanou šířkou větší než tři únikové pruhy (1,65m) nesmí být větší sklon schodišťového ramene než  $35^\circ$ . Norma [15] doporučuje volit stupně v rozmezí 150 až 180 mm. U schodišť na ÚC je doporučeno oboustranné umístění zábradlí s madlem u schodišť s šířkou větší než 2,5 ÚP nebo u všech schodišť objektů určených k využití osobami s omezenou schopností pohybu. U schodišťových ramen na ÚC, které mají šířky větší 4 ÚP v interiéru a 6 ÚP u předložených schodišť exteriéru, se požaduje osazení zábradlí s madlem

v podélném směru. Toto zábradlí musí podélně rozdělovat rameno tak, aby vzniklý prostor šířkově nepřevyšoval tyto maximální hodnoty.

### ***Pohyblivé schody na ÚC***

Jelikož v řadě stavebních objektů se vyskytují eskalátory, je nutno zmínit i jejich přínos a vliv na ÚC. Pohyblivé schody je možno za únikové cesty považovat pouze v případě tvoří-li druhou nebo další únikovou cestu. Eskalátory mohou být jak NÚC, tak CHÚC při splnění požadavků kladených na tyto cesty. V úvahu pro výpočet únikové kapacity se berou pouze eskalátory pohybující se ve směru úniku. Pro výpočet šířky ÚC nebereme v úvahu skutečnou šířku eskalátoru, nýbrž se započítává pouze šířka jako 1 ÚP. Pro výpočet mezní délky NÚC a CHÚC A se shodně jako u schodišť bere půdorysný průmět.

### **Další požadavky ÚC**

#### *Dveře*

Obecně dveře na únikových cestách musí umožnit snadný a rychlý průchod. Dveřní křídlo nesmí únik omezovat a bránit pohyb na ÚC, proto je nutno při osazení dveřních křídel např. do prostoru podest rozšíření podestu o šířku dveřního křídla, aby byly dodrženy průchozí šířky ÚP.

#### *Označení únikových cest*

Úniková cesta musí být vybavena bezpečnostním značením pro usnadnění evakuace osob. Toto bezpečnostní značení se umísťuje vždy při změně směr úniku a jakékoli změně výškové úrovně úniku. [6] Označení musí být provedeno dle ČSN ISO 3864. U schodišť tedy vzniká nutnost umístit značení na každé podestě a mezipodestě.

#### *Osvětlení*

ÚC musí být osvětleny denním nebo přirozeným světlem. CHÚC musí mít umělé osvětlení instalováno vždy, NÚC všude tam, kde je v objektu běžná elektroinstalace. V CHÚC a u vybraných NÚC je nutno zřídit nouzové osvětlení navržené dle ČSN EN 1838 s danou dobou funkčnosti podle typu cesty.

#### *Další vybavení*

Podle potřeb je možno do prostor ÚC a tedy i schodišť instalovat i další technická zařízení usnadňující podmínky evakuace např. zvuková zařízení, kamerové systémy, světelné panely apod.

### ***Specifické požadavky požární bezpečnosti staveb u vybraných typů objektů***

Pro vybrané druhy staveb přináší např. [6] a další normy řady ČSN 73 08xx, další požadavky, které nutno dodržet, a které nejsou prioritně zakotveny v ČSN 73 0802 a ČSN 73 0804. Jedná se o požadavky na schodiště i na únikové cesty, jejichž součástí schodiště taktéž jsou.

Z těchto požadavků si ku příkladu pouze nároky dané vyhláškou [6]. V ní je vytýčeno několik požadavků dotýkajících se problematiky požární bezpečnosti schodišť. Pro stavby se shromažďovacím prostorem, pro ubytování (zahrnující s více než třemi nadzemní podlaží nebo třemi a více podzemních podlaží) a stavby zdravotnického zařízení a sociální péče (s více než třemi nadzemními podlažími nebo dvě a více podzemními podlaží) musí být schodiště u vstupu do každého podlaží označeno pořadovým číslem podlaží doplněného písmeny „NP“ v případě nadzemního podlaží nebo „PP“ v případě podzemního. Dalším požadavkem na únikové cesty u staveb ubytovacích zařízení je nutnost neumísťovat reflexní plochy nebo zrcadla do prostor únikových cest. Ty by mohly unikající osoby zmýlit ve směru úniku. V stavbách ubytovacích zařízení musí být veškeré prostory chráněných únikových cest opatřeny bezpečnostním značením viditelným nejen ve dne, ale i v noci.

### ***Schodiště jako součást zásahových cest***

U každé stavby musí být umožněn protipožární zásah JPO. Toho lze docílit pomocí zařízení pro účinné vedení požárního zásahu. Součástí těchto zařízení jsou mimo jiné i vnitřní zásahové cesty. Ty je nutno zřídit předpokládá-li se neúčinný zásah z vnějšku nebo u vybraných druhů objektů (např. kde je nutnost protipožárního zásahu ve výšce  $h > 22,5\text{m}$ ).

Za zásahové cesty jsou považovány CHÚC typu B a C, při změnách staveb dle [19] i CHÚC A nebo ČCHÚC. Je-li schodiště určeno jako vnitřní zásahová cesta, zvyšují se požadavky na něj kladené. Jedná se o požadavek nejen na minimální šířku zásahové cesty, která je dána hodnotou 1,5 ÚP. U CHÚC typu B a C se zvyšují i požadavky kladené na dobu funkčnosti přetlakové ventilace.

## 7 Schodiště a faktory ovlivňující evakuaci osob při požáru

V předpisech požární ochrany není pojem evakuace přesně definován, je však chápán jako opuštění prostoru ohroženého požárem nebo průvodními účinky požáru bez pomoci záchranných jednotek. I přestože chybí přesné teoretické vytýčení tohoto pojmu je nutno evakuaci posuzovat z pohledu bezpečnosti vč. veškerých aspektů, které ji ovlivňují. [30]

Bezpečnost evakuace lze posoudit pomocí celkové doby potřebné pro evakuaci osob RSET (required safe egress time) a dostupné době pro evakuaci ASET (available safe egress time) dle vztahu (8).

$$RSET \leq ASET \quad (8)$$

Celková doba pro evakuaci je tvořena součtem dílčích dob. Tyto časové úseky zahrnují dobu detekce a poplachu, dobu do zahájení úniku a dobu samotné evakuace.

### ***Doba detekce a poplachu***

Doba detekce a poplachu je závislá na řadě aspektů. Na její zkracování má vliv vhodné vybavení objektu požárně bezpečnostním zařízením s účinným technickým provedením. Dále má vliv stavební provedení objektu nebo osazení objektu osobami a jejich reakční schopnost, popř. bezpečnostní management.

### ***Doba do zahájení úniku***

Po vyhlášení poplachu nastává proces samotného vnímání poplachových podnětů, rozhodovací proces a doby během, které osoby organizují některá nutná opatření před samotnou evakuací.

### ***Doba evakuace***

Dobu evakuace lze popsat jako celkovou dobu pohybu osob z prostor s možným ohrožením na bezpečné místo.

Určování doby sestává z posouzení doby překonání jisté délkové vzdálenosti ve vnitřním prostoru až k východu a z doby průchodu komunikačními uzly.

Parametry, které ovlivňují dobu evakuace:

- rozmístění osob v objektu
- charakteristika osob z hlediska psychický, fyzických a sociálních aspektů jedince
- volba východů
- hustota osob v evakuačním proudu
- vzdálenost a doba pohybu
- průchod komunikačními uzly

### ***Stanovení efektivní šířky komunikací***

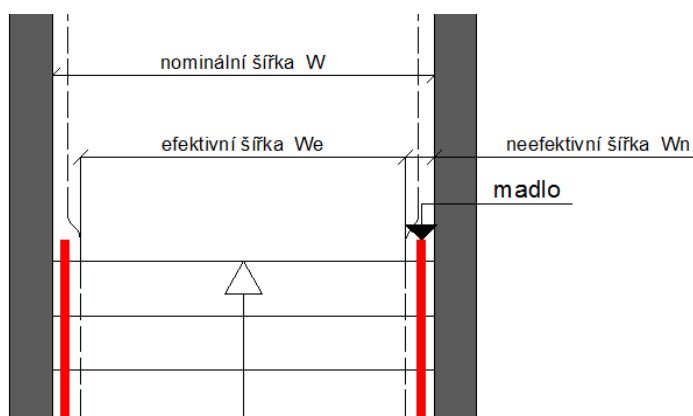
Každý člověk si během svého pohybu vždy zanechává bezpečný odstup od překážek a osob. Tento fakt vzniká na základě pudu sebezáchovy, kdy si člověk i nevědomky zachovává vlastní stabilitu těla a ochraňuje se před možným zraněním. Na základě tohoto faktu dochází k užívání efektivní šířky komunikací ( $W_e$ ) [mm], která je odlišná od jejich skutečné nominální šířky ( $W$ ) [mm] dle vztahu (9) a znázornění na obrázku č. 10

$$W_e = W - W_n \quad (9)$$

Na základě experimentů byly určeny neefektivní šířky komunikací ( $W_n$ ) [mm], které člověk během svého pohybu nevyužívá. Vybrané hodnoty jsou zaznamenány v tabulce č. 5. [31]

**Tabulka č. 5 Neefektivní šířky komunikací**

Prvek únikové komunikace	Neefektivní šířka $W_n$ (mm)
Schodiště	150
Chodby, rampy	200
Dveřní otvory	150



**Obrázek č. 10 Efektivní šířka schodiště**

### Posuzování pohybu osob

Vliv na posouzení pohybu osob po komunikacích se odvíjí od velikosti proudu a jeho hustoty. Velikost proudu je dána samotným nejen počtem osob, ale i parametrem plošných proporcí osob. Ty jsou ovlivněny na základě antropologických rozměrů, množství ošacení a dále například dopravou zavazadel, užitím berel nebo např. nesením dítěte na rukou. Hustota osob je dána poměrem dle vzorce (10)

$$D = \frac{\sum E}{\sum S} \quad (10)$$

D hustota osob [os/m<sup>2</sup>]

E počet osob [os]

S plocha, na které se osoby nacházejí [m<sup>2</sup>]

Na únikových cestách roste během evakuace hustota, a často tak dochází k omezení libovolné rychlosti osob. Rychlost pohybu osob je určena pohybem celého proudu. Tento fakt změny hustoty  $D$  ovlivňuje hodnotu  $v_u$  a  $K_u$ .

Na základě modelů a praktického pozorování [32] byla stanoven vývoj těchto parametru. Maximální hustota proudu byla určena na  $D_{p,max}=0,92$  os/m<sup>2</sup>. Dle [33] je dáno, že při  $D_p < 0,54$  os/m<sup>2</sup> se unikající osoby pohybují nezávisle na sobě.

Byla vytvořena řada variant rovnic stanovující závislost rychlosti osob na hustotě proudu uvedených v literatuře [32] a [33]. Principiálně lze tyto rovnice rozdělit pro vodorovné komunikace, cesty po schodech nahoru a cesty po schodech dolů.

Taktéž pro výpočet únikové kapacity jednoho únikového pruhu  $K_u$  v závislosti na hustotě  $D$  a rychlosti  $v$  je stanoven matematický vztah (11).

$$K_u = 0,55 \cdot (v \cdot D) \quad (11)$$

V normách požární ochrany [15] a [16] byly přijaty hodnoty rychlosti pohybu osob a únikové kapacity jednoho únikového pruhu  $K_u$  uvedené v tabulce č. 6.

**Tabulka č. 6 Hodnoty rychlosti pohybu osob a jednotkové kapacity únikového pruhu**

Únik osob	Rychlost pohybu osob $v_u$ [m/min]	Jednotková kapacita $K_u$ [os/min]
po rovině	30	40
po schodech dolů	25	30
po schodech nahoru	20	25

Do normového výpočtu a posudku doby evakuace  $t_u$  dle vzorce (5) se promítá i vliv součinitele podmínek evakuace  $s$ . Ten zahrnuje způsob, jakým evakuace probíhá – postupně nebo současně, a také vlastnosti osob z hlediska jejich pohyblivosti- schopné samostatného pohybu, s omezenou schopností pohybu či neschopné samostatného pohybu.

### **Modelování evakuace v objektech**

Modelace může probíhat na základě vytváření hydraulických modelů nebo individuálních modelů. Hydraulické modely využívají vzorce a zjednodušení, s tím lze předpokládat se sníženou vypovídající hodnotu výstupů. [30]

Pro počítačovou modelaci je vytvořena řada softwarů, které předpovídají čas potřebný pro evakuaci na základě zadaných vstupních podmínek zadaných uživatelem a vnitřních dat daného programu. Programy umožňují vytvářet zónové nebo prostorové modely na základě vstupních parametrů, kterými jsou počet osob, geometrie objektu atd. Programy lze rozdělit na kategorii programů, které využívají jednoduchých nebo složitějších aspektů chování a pohybu. Některé sofistikovanější programy umožňují například zahrnout do simulace vlivy psychologických účinků na uživatele, účinky snížené viditelnosti nebo účinky toxických látek. Přehled některých programů, které jsou využitelné pro evakuační modelaci, je uveden v tabulce č. 7. [39]

**Tabulka č. 7 Přehled programů evakuační modelace**

Název modelu	Země	Popis
ALLSAFE	Norsko	Modelace úniku s lidským faktorem
ASEERI	Německo	Pohyb osob ve složitých prostorách s možností vlivu kouře a rozvoje požáru na osoby
EESCAPE	Australie	Evakuace vícepodlažních budov schodišti
EGREES	VB	Vizualizační model složitých prostor
ELVAC	USA	Evakuace vícepodlažních budov schodišti
EVACNET	USA	Model optimální evakuace
EVACS		Modelace založena na panikovém chování
EXIT89	USA	Evakuace vícepodlažních budov
EXODUS	VB	Model umožňující 3D vizualizaci
SIMULEX	VB	Souřadnicový únikový model
STEPS	VB	Program s možností 3D vizualizace pohybu chodců
WAYOUT	Australie	Simulace úniku



## 8 Zhodnocení současného stavu bezpečnosti schodišť

### 8.1 Nebezpečí na schodištích z hlediska úrazů

Nebezpečí v podobě zrnění číhá na člověka téměř na každém kroku, schodiště však náleží mezi prostory, kde se tato rizika zvětšují. Nedodržení požadavků zmíněných v předešlých kapitolách může vést k zvýšené možnosti úrazu či zranění uživatelů schodišť. Nelze však konstatovat, že jejich dodržení vede k naprostému odstranění nehod a úrazů.

Hlavní příčinou úrazů na schodištích jsou pády, které vznikají ztrátou stability, zbrklou chůzí, zakopnutím nebo uklouznutím apod. Pokud se osoba nestačí zachytit nebo tuto možnost vůbec nemá, může dojít k úrazu.

Úrazy na schodišti a schodech můžeme rozdělit na úrazy:

- ve vnitřním prostředí (špatné zabezpečení zábradlí schodiště, skluzová plocha schodiště či zanechání předmětu na schodišti, které se připlete do chůze a jedinec tak ztratí stabilitu)
- ve venkovním prostředí (namrzlé schody, špatná údržba, nedostatečné zabezpečení schodů či narušení jejich konstrukce).

V ČR je vedena řada statistik, ale přímo úrazovost na schodištích nelze komplexně určit v přímých číslech. Statistiky týkající se této problematiky vede Ústav zdravotnických informací a statistiky České republiky. Ve statistikách jsou zpracovány informace týkající se pracovních úrazů i úrazů ve volném čase z mnoha pohledů. Samostatně však nelze vyhodnotit položku schodišť, neboť není sledována. Jedinou možností je zhodnocení úrazů dětí. Nejčastějším místem, kde k úrazu dítěte dojde, je domov. Tam si děti přivodí až 30 procent poranění. [41] Ve statistikách jsou zpracována procenta, ve kterých jsou příčinou zranění pády, tyto hodnoty však nelze specifikovat konkrétně na schodiště. Přesnější statistiky jsou vedeny o úrazech dětí ve školách. Dle [42] se statisticky nejvíce podílí na úrazovosti ve školách schodiště a podlahy z 29,7%.

Pro zajímavosti lze uvést, že např. v Německu jsou úrazy v soukromé sféře v následujícím poměru: 22% - sport, 17% - obytné prostory, předsíně, 15% - doprava, 8% - schodiště, 8% - kuchyně, 8% - zahrada atd. Ročně zemře v důsledku úrazu na schodišti v Německu asi 100 osob. [45]

## 8.2 Nebezpeční na schodištích z hlediska požární bezpečnosti

Schodiště, jakožto často jediný možný únikový východ při požáru, vyžadují splnění požadavků PO. Nároky týkající se požadavků uvedených v předešlých kapitolách jsou předmětem návrhu a realizace staveb.

Samotný uživatel stavby však může vytvořit situaci, která při vzniku mimořádné události způsobí řadu problémů. Nejčastějším problémem schodišť je nedržení požadavků na únikové cesty zvláště jsou-li chráněnými únikovými cestami. Podle zákona[4] a jeho prováděcí vyhlášky [5] nesmí být v těchto prostorách umístěny žádné hořlavé látky a žádné předměty. Obyvatelé často nevědomky nebo s vědomím do těchto prostor ukládají řadu předmětů, neuvědomují si však následky, které jejich jednání může přinést. Ať už se jedná o zhoršení možnosti evakuace, záchrany osob a ztížení zásahu JPO nebo možnosti přenosu požáru na samotné hořlavé předměty. Příkladem mohou být obrázky č. 11 a č. 12, kde je zobrazeno nedodržení požadavku na únikové cesty v nájemním bytovém domě. [46]



Obrázek č. 11 Nedodržení požadavku na únikové cesty v bytovém domě. Zdroj [46]



Obrázek č. 13 Nedodržení požadavku na únikové cesty v bytovém domě. Zdroj [46]

Dalším problémem může být neodbornost oprav prováděných ve stavbách například na požárních dveřích či instalovaném nouzovém osvětlení. Výjimkami není ani vandalismus.

Prevence je sice řešena zákonem [4] a vyhláškou [5] s možností udělování pokut Hasičským záchranným sborem ČR, ale prvořadý je vlastní přístup a chování osob. Ty občas možnost ohrožení zdraví, života či majetku nebo bezpečnosti, a to nejen ostatních, ale i sobě vlastní, od některých jednání neodradí.

## **Závěr**

Práce souborně poskytuje vytýčení veškerých aktuálních požadavků, které jsou kladeny na schodiště staveb.

V úvodních částech bakalářské práce je seznámeno s konstrukčním, materiálovým řešením schodišť a jeho možnými variantami realizace v rámci různých konstrukčních systému. V dalších částech jsou vytýčeny jednotlivé požadavky kladené z pohledu stavebního zákona a jeho prováděcích předpisů. Není opomenuto ani na požadavky BOZP.

Další část práce se věnuje vytýčení požadavků na schodiště z pohledu požární bezpečnosti staveb a seznamuje s faktory ovlivňující evakuaci osob na schodištích při požáru.

Při pohledu na požadavky se nám nabízí řada alternativ jak podmínky bezpečnosti schodišť vylepšit. Nevyvratitelným přínosem by bylo omezení počtu zranění, ztrát na životech osob a zvířat či majetku. Postupná inovace a zlepšování veškerých předpisů je otázkou vývoje. Bylo by naivní požadovat jejich okamžité zpřísnění či zlepšení. Nelze totiž opomenout fakt, že každé zvýšení požadavků přenáší své ekonomické důsledky.

Otázkou zůstává, zda budeme schopni v budoucnu vytvářet schodiště nebo obecně i stavby, které by byly svými parametry natolik vyhovující, aby počet zranění osob při jejich užívání či ztrát plynoucích z mimořádných událostí byl nulový?

## Použité zdroje

- [1] Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu, ve znění pozdějších předpisů
- [2] Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby
- [3] Vyhláška č. 398/2009 Sb., o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb
- [4] Zákon č. 133/1985 Sb., o požární ochraně, ve znění pozdějších předpisů
- [5] Vyhláška č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci), ve znění pozdějších předpisů
- [6] Vyhláška č. 23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb
- [7] Zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce
- [8] Zákon č. 309/2006 Sb. kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy (zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci)
- [9] ČSN 73 4130: 2010 Schodiště a šikmé rampy- Základní požadavky
- [10] ČSN 743305:2008 Ochránná zábradlí
- [11] ČSN 73 4301: 2004 Obytné budovy
- [12] ČSN 73 5305: 2005 Administrativní budovy
- [13] ČSN 73 5105:1993 Výrobní průmyslové budovy
- [14] ČSN 73 0810:2009 Požární bezpečnost staveb - Společná ustanovení
- [15] ČSN 73 08 02: 2009 Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty
- [16] ČSN 73 08 04:2010 Požární bezpečnost staveb – Výrobní objekty
- [17] ČSN 73 08 31:2010 Požární bezpečnost staveb – Shromažďovací prostory
- [18] ČSN 73 08 33:1996 Požární bezpečnost staveb – Budovy pro ubytování a bydlení
- [19] ČSN 73 0834:2011 Požární bezpečnost staveb – Změny staveb
- [20] ČSN 73 08 35:2006 Požární bezpečnost staveb – Budovy zdravotnických zařízení a sociální péče
- [21] ČSN 73 08 42:1996 Požární bezpečnost staveb – Objekty pro zemědělskou výrobu
- [22] ČSN 73 08 45:1999 Požární bezpečnost staveb – Sklady

- [23] ČSN EN 13501-2-2010 Požární klasifikace stavebních výrobků a konstrukcí staveb-  
Část 2: Klasifikace podle výsledků zkoušek požární odolnosti kromě vzduchotechnických  
zařízení
- [24] Zákon č. 266/1994 Sb., o drahách
- [25] Vyhláška č. 100/1995, kterou se stanoví podmínky pro provoz, konstrukci a výrobu  
určených technických zařízení a jejich konkretizace
- [26] Matoušková D., Solař, J.: *Pozemní stavitelství I.* Ostrava, skriptá VŠB-TUO, 2005.
- [27] Matoušková, D.: *Pozemní stavitelství II.* 1. vydání, CERM Brno, 1994, 121s.
- [28] Bradáčová, I: *Požární bezpečnost staveb I. Nevýrobní objekty.* 1. vydání, Ostrava:  
Edice SPBI Spektrum, 2007, 136s. ISBN: 978-80-7385-023-4.
- [29] Bradáčová, I: *Požární bezpečnost staveb II. Výrobní objekty.* 1. vydání, Ostrava: Edice  
SPBI Spektrum, 2008, 228s. ISBN: 978-80-7385-45-6.
- [30] Folwarczny, L., Pokorný, J.: *Evakuace osob.* 1. vydání, Ostrava: Edice SPBI  
Spektrum, 2006, 125s. ISBN: 80-86634-92-2.
- [31] Proulx, D.: *Movement of people: The evacuation Timing.* SFPE Handbook of Fire  
Protection Engineering, Third Edition, Section 3, National Fire Protection Engineering, 2002,  
342-364 s. ISBN 087765-451-4
- [32] Predtečenskij, M., Milinskij, I.: *Evakuace osob z budov,* Praha: Svaz požární ochrany,  
1972, 272s.
- [33] Nelson, E. H., Mowrer, F. W.: *Emergency movement.* SFPE Handbook of Fire  
Protection Engineering, Third Edition, Section 3, National Fire Protection Engineering, 2002,  
342-364 s. ISBN 087765-451-4
- [34] ČSN EN 115-1: 2010 Bezpečnost pohyblivých schodů a pohyblivých chodníků. Část 1  
konstrukce a montáž
- [35] ČSN EN 115-2: 2010 Bezpečnost pohyblivých schodů a pohyblivých chodníků. Část 2  
Předpisy pro zvýšení bezpečnosti pohyblivých schodů a chodníků
- [36] ČSN 73 0580-1:2007 Denní osvětlení budov Část 1: Základní požadavky
- [37] Drábek, P.: *Schodiště.* 1. vydání, Praha: Grada Publishing, 1999, 109s. ISBN 80-7169-  
739-7.
- [38] ČSN 73 0540-2:2007 Tepelná ochrana budov. Část 2 : Požadavky.
- [39] Internetové stránky ČVUT Praha [online], [cit. 2010-04-12]. Dostupné z WWW:  
<[http://fire.fsv.cvut.cz/difisek/CZ\\_CZ/WP4-CZ\\_CZ\\_TEXT.pdf](http://fire.fsv.cvut.cz/difisek/CZ_CZ/WP4-CZ_CZ_TEXT.pdf)>
- [40] Internetové stránky Nadační fond Kolečko [online], [cit. 2010-04-12]. Dostupné  
z WWW: <<http://kolecko.cz/urazy.html>>

- [41] Internetové stránky Ústavu zdravotnických informací a statistiky [online], [cit. 2010-04-12]. Dostupné z WWW: <<http://www.uzis.cz/rychle-informace/urazy-cr-letech-1995-2000>>
- [42] Internetové stránky Traiva BOZP [online], [cit. 2010-04-12]. Dostupné z WWW: <[http://www.e-bozp.cz/dok\\_demo/infocentrum\\_%20bozp/skoly\\_urazy\\_2007-info.htm](http://www.e-bozp.cz/dok_demo/infocentrum_%20bozp/skoly_urazy_2007-info.htm)>
- [43] Internetové stránky národního registru dětských úrazů statistiky [online], [cit. 2010-04-12]. Dostupné z WWW: <[http://www.mzcr.cz/obsah/narodni-registr\\_905\\_1.html](http://www.mzcr.cz/obsah/narodni-registr_905_1.html)>
- [44] Internetové stránky HZS Pardubického kraje [online], [cit. 2010-04-12]. Dostupné z WWW: <<http://www.hzspa.cz/informace/aktuality/zprava.php?id=400>>
- [45] Internetové stránky Deza Tech s.r.o. [online], [cit. 2010-04-12]. Dostupné z WWW: <<http://www.deza-tech.cz/ke-stazeni-schodiste/lexikon-predpisu-o-schodech/bezpecnost-na-schodisti/>>
- [46] Internetové stránky Stavební bytové družstvo Litoměřice [online], [cit. 2010-04-12]. Dostupné z WWW: <[www.sbdltm.cz/admin/soubory/Bezpecne\\_na\\_schodisti!\\_!!!.doc](http://www.sbdltm.cz/admin/soubory/Bezpecne_na_schodisti!_!!!.doc)>

## Seznam zkratek

BOZP	bezpečnost a ochrana zdraví při práci
č.	číslo
ČCHÚC	částečně chráněná úniková cesta
CHÚC	chráněná úniková cesta
JPO	jednotka požární ochrany
lx	lux (jednotky intenzity osvětlení)
m	metr
mm	milimetr
min	minuty
NP	nadzemní podlaží
NÚC	nechráněná úniková cesta
obr.	obrázek
os.	osoby
PP	podzemní podlaží
PO	požární ochrana
PÚ	požární úsek
Sb.	sbírka
SPB	stupeň požární bezpečnosti
ÚC	úniková cesta
ÚP	únikový pruh
ŽB	železobeton



## Seznam obrázků

Obrázek č. 1 Rozdělení schodišť podle počtu ramen	5
Obrázek č. 2 Schodiště s plně podporovanými stupni	6
Obrázek č. 3 Schodiště s oboustranně podporovanými stupni	7
Obrázek č. 4 Schodiště s jednostranně podporovanými stupni	7
Obrázek č. 5 Průchodná a podchodná výška na schodišti	16
Obrázek č. 6 Dodržení podchodné výšky pod schodištěm	17
Obrázek č. 7 Podesta předloženého schodiště u bezbariérových staveb	18
Obrázek č. 8 Přesah madel a barevné označení stupňů	20
Obrázek č. 9 Započitatelná šířka únikové cesty u schodišť s kosými stupni	30
Obrázek č. 10 Efektivní šířka schodiště	34
Obrázek č. 11 Nedodržení požadavku na únikové cesty v bytovém domě	38
Obrázek č. 12 Nedodržení požadavku na únikové cesty v bytovém domě	38

## Seznam tabulek

Tabulka č. 1 Požární odolnost schodišť uvnitř PÚ	23
Tabulka č. 2 Požární odolnost požárně dělících konstrukcí stěn a stropů	24
Tabulka č. 3 Mezní počet unikajících osob	26
Tabulka č. 4 Dovolенý typ CHÚC	27
Tabulka č. 5 Neefektivní šířky komunikací	34
Tabulka č. 6 Hodnoty rychlosti pohybu osob a jednotkové kapacity únikového pruhu	35
Tabulka č. 7 Přehled programů evakuační modelace	36